

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(1) N° de publication

2 371 673

(A n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION

N° 76 35004

(64) Procédé et dispositif de mesure dynamique du diamètre d'un fil sous forme numérique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.) G 01 B 11/10.

(22) Date de dépôt ..... 19 novembre 1976, à 16 h 2 min.

(32) (31) Priorité revendiquée

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — «Listes» n. 24 du 16-6-1978.

(71) Déposant : Société dite : SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DE LIAISONS ÉLECTRIQUES —  
SILEC, Société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de

(73) Titulaire : Idem (71)

(74) Mandataire : Cabinet Chereau et Cabinet Rodes réunis, Conseils en brevets d'invention,  
107, boulevard Péreire, 75017 Paris.

La présente invention concerne un procédé et un dispositif de mesure dynamique du diamètre d'un fil sous forme numérique et, plus particulièrement, d'un fil ou d'un conducteur isolé en déplacement.

5 Dans l'art antérieur, on utilisait pour cette mesure un dispositif optique qui projetait l'image du fil, éventuellement agrandie, sur une cellule photo-électrique qui fournissait une tension proportionnelle à la dimension de l'image projetée du fil c'est-à-dire à son diamètre. Ce procédé de l'art antérieur était sujet à  
10 des erreurs dues notamment aux variations suivantes :

- luminosité de la source éclairante;
- transmission optique du milieu qui peut être plus ou moins opacifié par des poussières ou des projections de particules solides ou liquides;
- 15 - transparence de la fenêtre de la cellule pour les mêmes raisons;
- instabilité de la cellule en fonction de la température ou par vieillissement.

Un objet de la présente invention est de prévoir un nouveau  
20 procédé de mesure dynamique du diamètre d'un fil permettant d'éviter les inconvénients ci-dessus.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un tel procédé permettant une mesure sous forme numérique.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un  
25 tel procédé permettant une mesure pratiquement instantanée.

Un autre objet de la présente invention est de prévoir un dispositif mettant en oeuvre le procédé ci-dessus.

Le procédé de mesure dynamique du diamètre d'un fil sous forme numérique selon la présente invention comprend notamment les étapes consistant à : éclairer ce fil selon une première direction par  
30 une source lumineuse ponctuelle ou linéaire et parallèle au fil de façon à former un dièdre d'ombre; disposer dans un premier plan coupant ce dièdre d'ombre, sensiblement à la limite de chacun des bords de la projection du fil et perpendiculairement à cette limite, deux  
35 détecteurs linéaires à cellules élémentaires; compter à divers instants souhaités le nombre de cellules non éclairées des deux détecteurs; et additionner ces deux nombres et un nombre correspondant à  
38 la distance constante entre les deux détecteurs d'où il résulte une



mesure instantanée du diamètre du fil.

Pour éviter les erreurs dues aux vibrations du fil, dans une direction normale à celle du plan de mesure, on pourra ou bien amortir mécaniquement le fil dans cette direction, ou bien utiliser le procédé consistant à : éclairer le fil selon une seconde direction sensiblement perpendiculaire à la première direction ; disposer dans un second plan de mesure orthogonal au premier un troisième photodétecteur linéaire à cellules élémentaires perpendiculairement à la limite d'un bord de l'ombre portée du fil dans ce second plan ; compter les cellules non éclairées de ce détecteur et utiliser l'information résultant de ce comptage pour corriger le résultat de la mesure faite par le procédé selon la présente invention, en fonction de la position instantanée du fil dans une direction normale à celle du premier plan de mesure.

Pour mettre en oeuvre le procédé selon la présente invention, on utilise un dispositif de mesure numérique des dimensions de l'ombre portée d'un fil sur un écran comprenant deux photodétecteurs linéaires à cellules élémentaires disposés perpendiculairement à chacune des limites de la zone d'ombre et à cheval sur chacune de ces limites, et des moyens pour compter à tout instant souhaité le nombre de cellules situées dans la zone d'ombre.

On va décrire ci-après des modes de réalisation particuliers de la présente invention dans lesquels les photodétecteurs linéaires à cellules élémentaires sont des dispositifs photosensibles à transfert de charge couramment désignés dans la technique par le sigle CCD d'après leur appellation anglaise ( Charge Coupled Device). Ces détecteurs photosensibles peuvent être considérés comme des registres à décalage dans chacune des cases ou des cellules desquelles des charges peuvent être accumulées par suite d'un éclairage et proportionnellement à l'intensité de cet éclairage. De tels dispositifs sont disponibles commercialement, par exemple auprès de la société dite Fairchild Corporation, sous la dénomination commerciale CCD1.

Une description détaillée de modes de réalisation particuliers de la présente invention va être donnée ci-dessous à titre d'exemple en relation avec les dessins joints dans lesquels :

La figure 1 représente schématiquement l'agencement d'un dispositif de mesure dynamique du diamètre d'un fil ;

La figure 2 illustre à titre de comparaison et d'exemple

schématique le contenu d'un dispositif photosensible selon la présente invention ; et

La figure 3 représente un deuxième mode de réalisation de la présente invention dans le cas où le fil est muni d'une gaine  
5 translucide.

En figure 1, une source lumineuse 1 éclaire un fil 2 en déplacement dans un sens perpendiculaire au plan de la figure, ce déplacement étant éventuellement très rapide et le fil étant soumis à des vibrations. La source lumineuse est une source ponctuelle ou  
10 linéaire parallèle au fil, c'est-à-dire dans un sens perpendiculaire au plan de la figure. Il se forme ainsi un dièdre d'ombre et l'on peut observer sur un écran 3 une bande d'ombre parallèle au fil 2. Aux deux limites de cette bande d'ombre, et à cheval sur chacune de ces limites, sont disposés des photodétecteurs linéaires 4 et 5. La  
15 dimension de ces photodétecteurs linéaires est choisie pour que, au cours des vibrations du fil dans le sens parallèle au plan de mesure, les limites de la zone d'ombre restent dans la plupart des cas à l'intérieur des dimensions des photodétecteurs linéaires 4 et 5.

La source lumineuse devra émettre une longueur d'onde optique compatible avec la réponse spectrale des photodétecteurs linéaires 4 et 5 et des précautions devront être prises pour que la lumière parasite n'agisse pas. On pourra, par exemple, prévoir un boîtier opaque ou encore choisir une longueur d'onde de source 1 monochromatique et faire précéder chacun des photodétecteurs d'un filtre  
20 monochromatique très sélectif approprié. Ainsi, la lumière parasite n'aura que peu d'influence. La source lumineuse 1 peut, par exemple, être une diode électroluminescente qui présente une grande durée de vie et qui est peu sensible aux vibrations ce qui constitue un avantage important dans un environnement d'atelier de fabrication.

Les photodétecteurs linéaires 4 et 5 du type à transfert de charge peuvent être considérés comme formés de n cellules élémentaires alignées. Ces cellules se chargent chacune proportionnellement à la quantité de lumière qu'elles reçoivent. Pour effectuer la lecture, les deux photodétecteurs ou registres 4 et 5 sont décalés  
30 séquentiellement dans le sens indiqué par les flèches 6 et 7 de sorte que le contenu de la cellule 1 située dans la zone d'ombre de chacun de ces registres soit extrait en premier. En disposant à la sortie  
35 du registre un comparateur suivi d'un compteur, on peut compter suc-



cessivement toutes les cellules dans lesquelles le niveau est inférieur à un niveau de seuil correspondant au niveau de noir, et arrêter le comptage dès que l'on arrive à une cellule dont le niveau est supérieur à un niveau de seuil correspondant à une cellule éclairée.

Cette exploration doit être faite suffisamment vite pour qu'il n'y ait pas eu de modification de l'ombre portée du fil au cours de la mesure en raison des vibrations du fil. On notera que cette exigence est facilement satisfaite selon la présente invention étant donné que d'une part la fréquence d'horloge peut être égale à quelques mégahertz et d'autre part que les deux registres sont lus simultanément en partant de la zone d'ombre. Ceci assure une rapidité bien supérieure à celle envisageable pour les vibrations du fil. Ainsi, on obtient comme résultat de la mesure que  $n_1$  cellules du registre photosensible 4 était dans l'obscurité ainsi que  $n_2$  cellules du registre photosensible 5 à un instant donné auquel a été effectuée la mesure. En tenant compte du facteur d'échelle et de la distance  $b$  entre les registres 4 et 5, on obtiendra ainsi un nombre proportionnel au diamètre du fil, le facteur de proportionnalité étant  $p/p_1$ ,  $p$  étant la distance entre la source lumineuse 1 et l'écran 3 et  $p_1$  la distance entre le fil et la source lumineuse. Bien entendu, dans ce qui précède, on a supposé que la distance  $p_1$  était constante, c'est-à-dire que des moyens mécaniques par exemple étaient prévus pour empêcher le fil de vibrer dans une direction normale à l'écran 3.

A titre d'exemple, un registre photosensible à transfert de charge actuellement commercialisé est constitué de cellules distantes de 13 microns. Si l'on dispose d'un agrandissement optique de 13 fois, chaque cellule de chacun des registres photosensibles 4 et 5 représentera un micron de diamètre pour le fil. Le diamètre en microns du fil sera donc le nombre de cases noires du registre 4 plus le nombre de cases noires du registre 5 plus  $b$  en microns divisé par 13. Soit :  $n_1 + n_2 + b (4) / 13$ .

On a décrit précédemment un moyen de mesure numérique du diamètre d'un fil et de ses variations. On notera toutefois que, s'il s'agit là d'un mode de réalisation préféré de la présente invention, les registres photosensibles 4 et 5 du type à transfert de charge sont, quant au contenu de chacune de leurs cases, des dispositifs

analogiques. Il est donc possible au lieu de transmettre la sortie de chacun de ces registres à des compteurs par l'intermédiaire d'un comparateur fixant un niveau de seuil, de transférer le contenu des registres 4 et 5 dans des registres intermédiaires non photosensibles ou protégés par rapport à la lumière et de mesurer ensuite les tensions dans chacune des cases de ces registres intermédiaires ou tampons.

La figure 2 représente, à titre d'exemple, des cases du registre photosensible 4. On suppose, comme dans le cas de la figure 1, que les cases 1 à  $n_1$  se trouvent dans l'obscurité. C'est-à-dire qu'aucune charge n'y sera accumulée. La case  $n_1 + 1$  est donc à la lumière et c'est à partir de cette case que le comptage sera arrêté. Ainsi, même s'il existe des poussières obscurcissant l'une des cases du registre, par exemple la case  $n_1 + 4$ , cette poussière n'aura pas d'influence sur cette mesure. Ainsi, dans le cas le plus général, la poussière se trouve, ou bien dans la zone d'ombre, ou bien dans la zone de lumière et n'aura aucune influence sur la mesure. Dans le cas le plus défavorable, la poussière pourra se trouver à la limite des zones d'ombre et de lumière. Même dans ce dernier cas, sa présence se signalera par l'apparition d'un chiffre erratique qui pourra ensuite être éliminé lors du traitement.

On notera également qu'il peut se produire accidentellement une forte vibration du fil 2 qui entraîne les limites de la bande d'ombre à sortir des dimensions des registres photosensibles 4 et 5. Pour éviter d'effectuer des enregistrements erratiques, ce qui se passerait si on faisait un enregistrement précisément à un tel instant, des moyens de validation sont prévus pour inhiber le comptage quand la première cellule du registre 4 ou la première cellule du registre 5 n'est pas "noire". De tels circuits de validation sont facilement réalisables par l'homme de l'art.

Une application envisagée de la présente invention est la surveillance de façon pratiquement continue, c'est-à-dire à intervalles réguliers dans le temps, du diamètre d'un fil au cours de sa fabrication, par exemple, lors de la fabrication de fils électriques ou téléphoniques gainés ou non, ou de fils textiles. En ce cas, il pourra être utile pour l'opérateur de la machine de visualiser sur une échelle lumineuse l'état des cellules des registres 4 et 5. Ainsi, le contenu des cellules pourra être transféré lors de chaque



exploration de ces contenus sur des séries de diodes électroluminescentes (une par cellule). Pour des raisons pratiques, il sera préférable de choisir une échelle simple, par exemple 1 micron = 1 cellule = 1 lampe de visualisation. L'intervalle  $b$  représenté en figure 1 pourra également être reproduit sur l'échelle de visualisation par une série de lampes allumées en permanence. On pourra ainsi suivre visuellement l'opération de mesure et repérer les cellules obscurcies, les débordements, les variations de diamètre du fil.

Indépendamment de cette visualisation, on codera les informations issues des registres photosensibles 4 et 5 soit en transformant les informations séries en informations parallèles à l'aide d'un registre à décalage auxiliaire et en effectuant un codage compatible avec l'organe de traitement final par exemple sous forme d'un code binaire pur ou binaire codé décimal, soit en effectuant une transformation numérique/analogique.

Dans les deux cas, et lors d'un procédé de fabrication de fil, on exploitera ces données pour agir sur des asservissements numériques ou analogiques et pour conserver une trace de la mesure afin d'établir des corrélations immédiates ou retardées avec les paramètres de fabrication influant sur le diamètre du fil. Les informations numériques pourront être stockées sur cassette ou disque magnétique et les informations analogiques pourront être transcrites par un enregistreur.

Dans le cas d'informations numériques on pourra utiliser un ordinateur pour effectuer un traitement statistique et mesurer, par exemple, les valeurs moyennes, les écarts types, etc...

On a supposé dans ce qui précède, que le fil ne peut vibrer dans une direction normale au plan de mesure 3. Ceci n'est pas toujours possible dans la pratique. En conséquence, comme cela est représenté en figure 1, on pourra prévoir un dispositif de mesure supplémentaire pour mesurer les variations  $\Delta p_1$  de la valeur  $p_1$  et utiliser ce paramètre pour corriger la mesure de diamètre fournie par les registres photosensibles 4 et 5. A titre d'exemple, ce dispositif auxiliaire peut comprendre une source lumineuse 10 suivie d'un objectif 11 projetant l'ombre du fil sur un écran 12. Un troisième registre photosensible 13 permet de détecter les variations de  $p_1$ .

La figure 3 représente une variante d'application de la présente invention pour mesurer le diamètre d'un fil 20 revêtu d'une gaine translucide 21. Dans cette figure, les références identiques à celles de la figure 1 désignent des éléments analogues. On trouvera alors sur l'écran, trois niveaux différents : une bande centrale noire, encadrée de bandes grises, le reste étant éclairé à un niveau de blanc. Dans ce cas, au cours du traitement du contenu des registres photosensibles 4 et 5, on utilisera un système ternaire à trois niveaux (0, 1 et 2), le zéro sera défini comme précédemment, le 1 représentera la luminosité du gris et le 2 la zone éclairée sans atténuation.

Pour définir un gris, on pourra en plus du niveau de noir ou bien définir un niveau de blanc et considérer que ce qui n'est ni noir ni blanc est gris, ou bien définir en plus un niveau électrique de gris compris entre deux limites différentes du 0 et du 2 pour éviter des erreurs dues à des dérives de tension. Ce tri des gris sera effectué par un discriminateur à fenêtre de tension. Cette seconde façon de procéder donne une information plus riche qui permettra, entre autres, par totalisation des noirs plus gris plus blancs, de détecter des anomalies telles que des empoussiérages de certaines cases ou cellules si cette somme n'est pas égale au nombre  $n$  des cellules des détecteurs linéaires photosensibles 4 et 5.

Bien sûr, de même que dans le cas de la figure 1, on pourra utiliser dans le cas de la figure 3, un détecteur de vibrations normales.

La présente invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation qui viennent d'être décrits, elle est au contraire susceptible de variantes et de modifications qui apparaîtront à l'homme de l'art.



REVENDICATIONS

1 - Procédé de mesure dynamique du diamètre d'un fil sous forme numérique, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

5 - éclairer ce fil selon une première direction par une source lumineuse ponctuelle, ou linéaire et parallèle au fil, de façon à former un dièdre d'ombre ;

- disposer dans un premier plan coupant ce dièdre d'ombre, sensiblement à la limite de chacun des bords de l'ombre portée du fil et perpendiculairement à cette limite, deux photodétecteurs linéaires à cellules élémentaires ;

- compter à divers instants souhaités, le nombre de cellules non éclairées des deux détecteurs ;

15 - additionner ces deux nombres et un nombre correspondant à une distance constante entre les deux détecteurs d'où il résulte une mesure instantanée du diamètre du fil.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le fil est asservi à ne pouvoir vibrer que dans un plan parallèle au plan de mesure.

20 3 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre les étapes consistant à :

- éclairer le fil selon une direction sensiblement normale à la première direction ;

25 - disposer dans un second plan de mesure, orthogonal au premier, un troisième photodétecteur linéaire à cellules élémentaires perpendiculairement à la limite d'un bord de l'ombre portée du fil dans ce second plan ;

- compter les cellules non éclairées de ce troisième détecteur ; et

30 - utiliser l'information résultant de ce comptage pour corriger le résultat de la mesure selon la revendication 1, d'où il résulte que l'on s'affranchit des composantes vibratoires éventuelles du fil dans une direction normale au premier plan de mesure.

35 4 - Dispositif de mesure numérique des dimensions de l'ombre portée d'un fil sur un écran, caractérisé en ce qu'il comprend deux photodétecteurs linéaires à cellules élémentaires disposés perpendiculairement à chacune des limites de la zone d'ombre portée du fil et  
38 à cheval sur chacune de ces limites, et des moyens pour compter à tout



instant souhaité le nombre de cellules de chacun des photodétecteurs situés dans la zone d'ombre.

5 - Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits photodétecteurs sont des registres à décalage photosensibles linéaires du type à transfert de charge.

6 - Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'horloge pour décaler le contenu des registres photosensibles vers des compteurs.

10 7 - Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'inhibition pour inhiber le comptage dans les compteurs quand la première case lue d'un registre contient une information correspondant à un éclaircissement.





FIG. 2

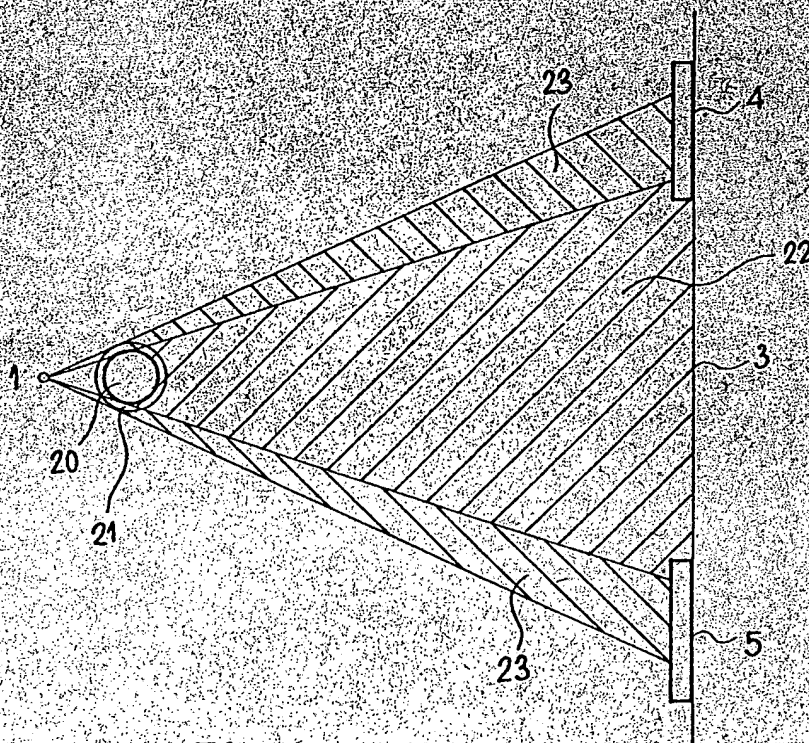
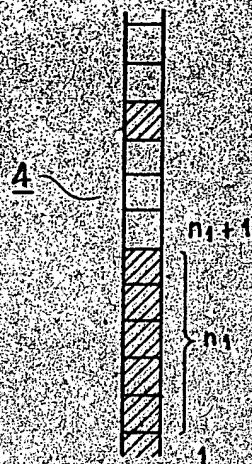


FIG. 3